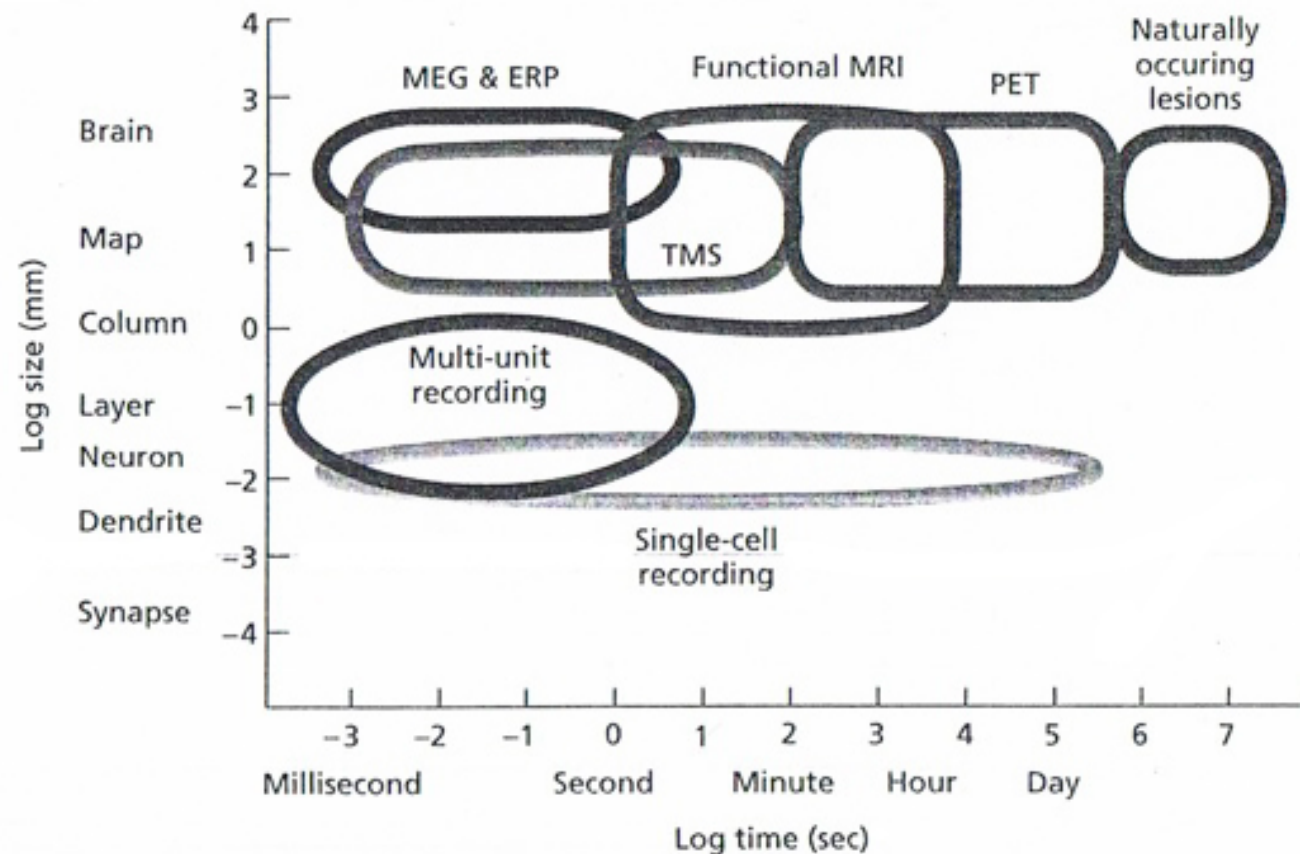


Methoden I

- Einzelzelleableitung
- Elektroenzephalografie
- Magnetoenzephalografie

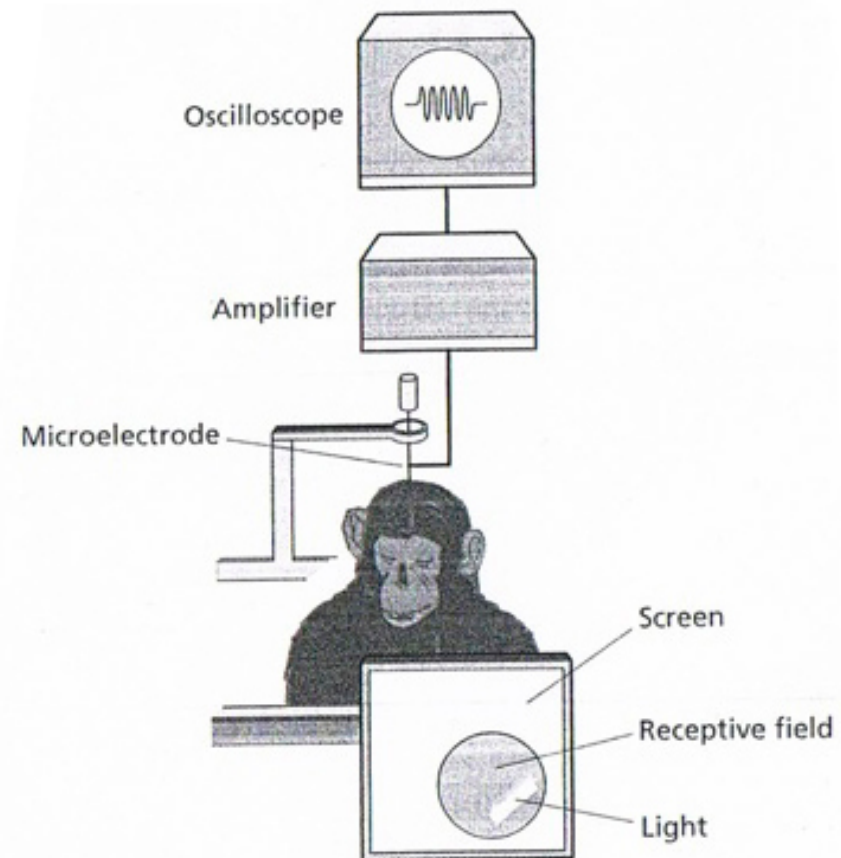
Methoden der kognitiven Neurowissenschaft

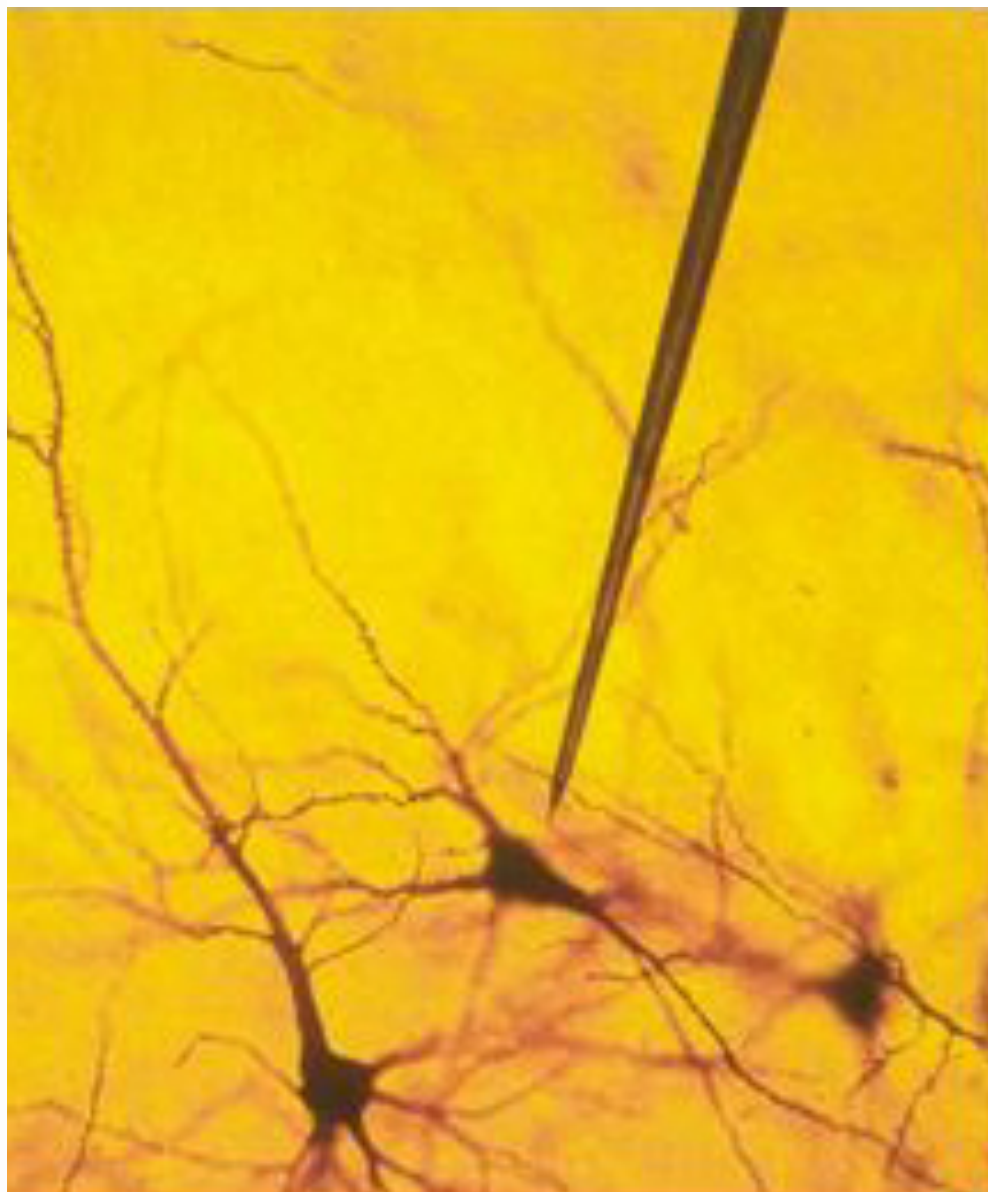
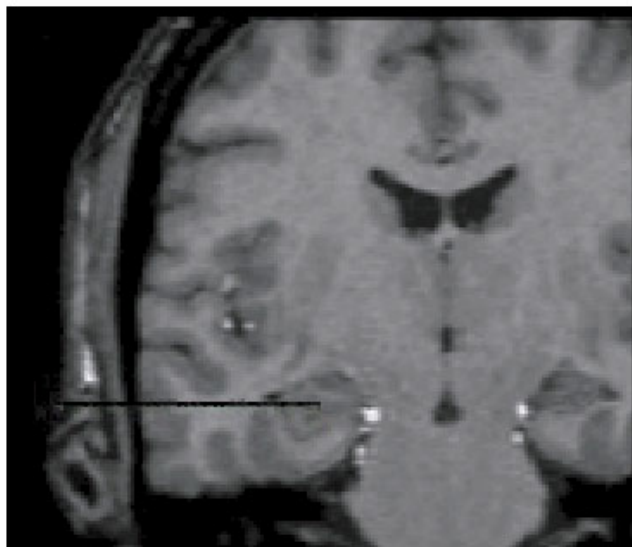
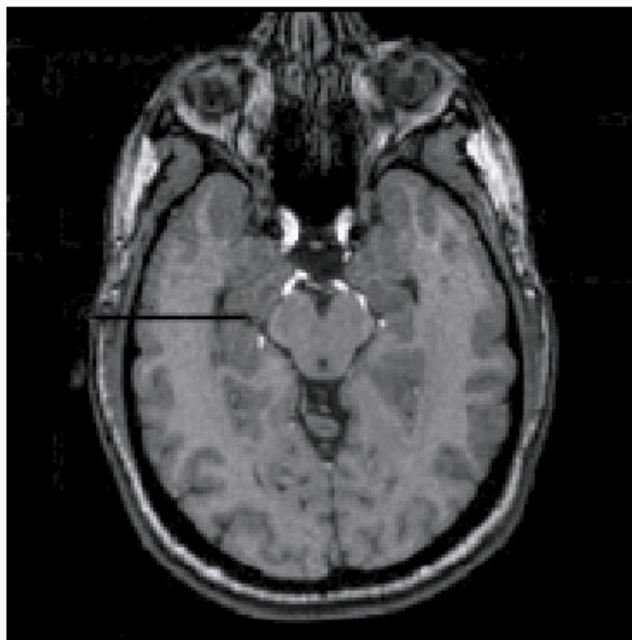


Einzelzelleableitung

Methode:

- Invasiv: Implantierung einer Mikroelektrode
 - in das Axon eines Neurons (intrazellulär)
 - außerhalb der Membran (extrazellulär)
- Anwendungsbereich: In der Regel Tiere, in seltenen Fällen am Menschen (Bsp. Gehirnoperationen bei Epilepsie-Patienten)

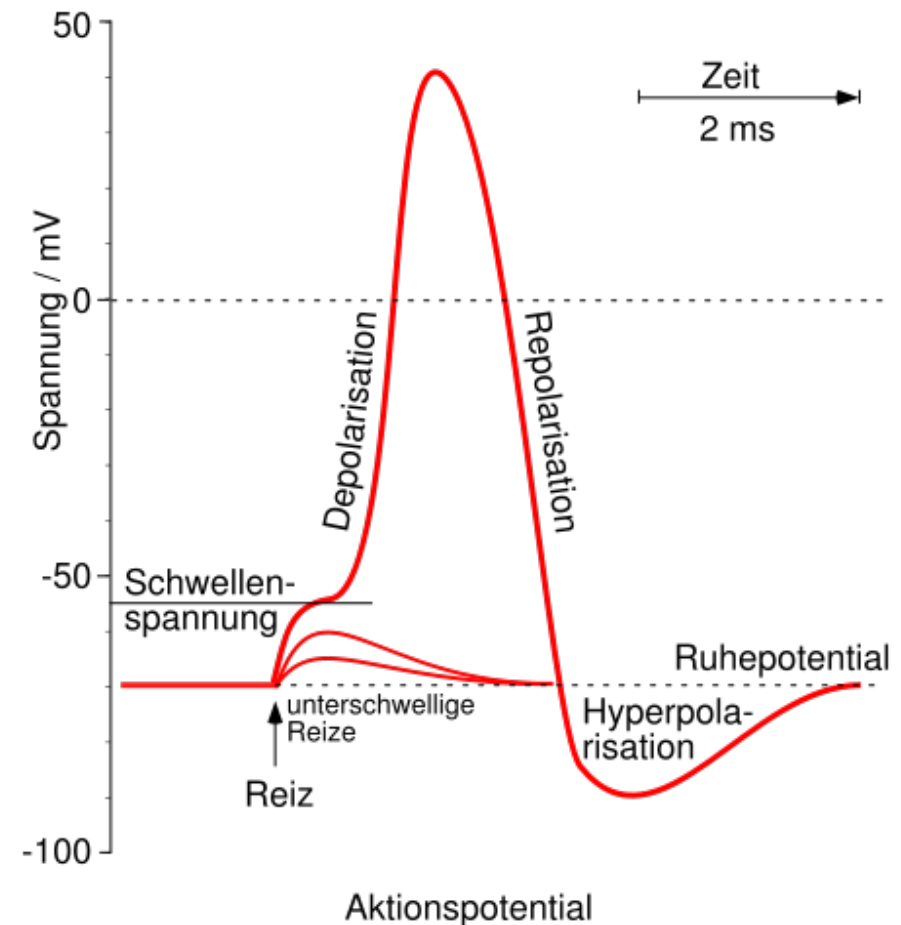




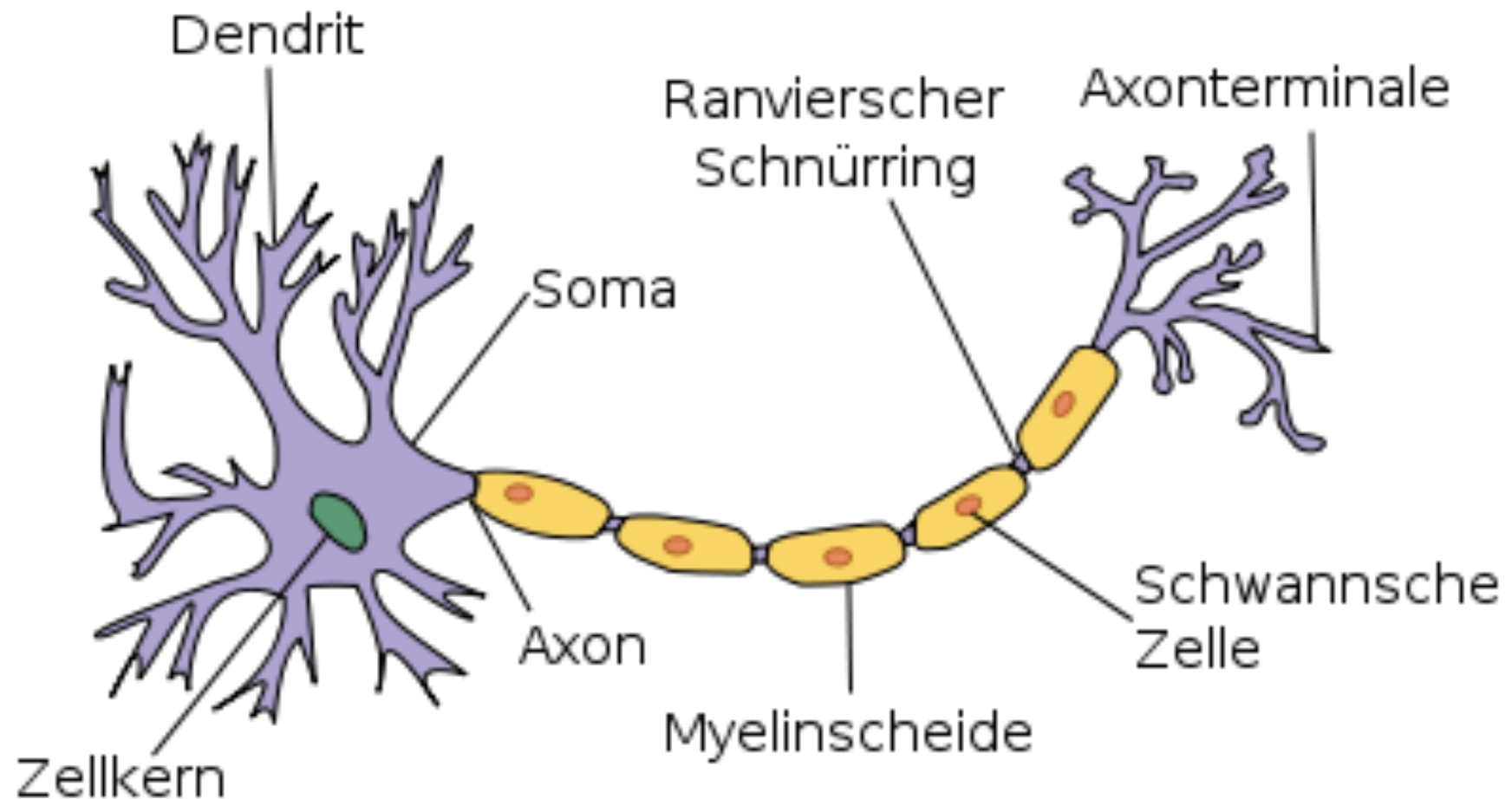
Einzelzelleableitung

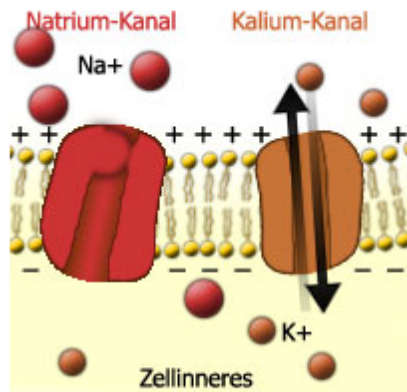
Methode:

- Messung der Anzahl der produzierten Aktionspotentialen (Spikes pro Sekunde) sog. rate coding
- Heute auch „Multi-Cell Recordings“: Simultane Messungen von viele Neuronen

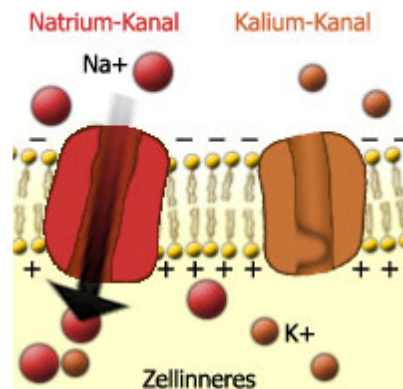


Entstehung eines Aktionspotential

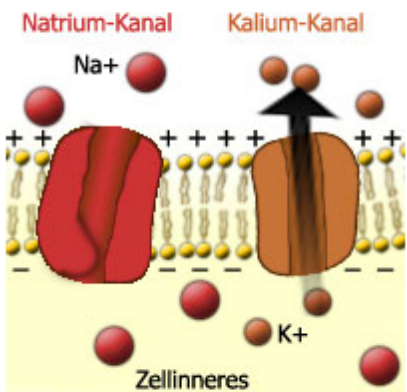




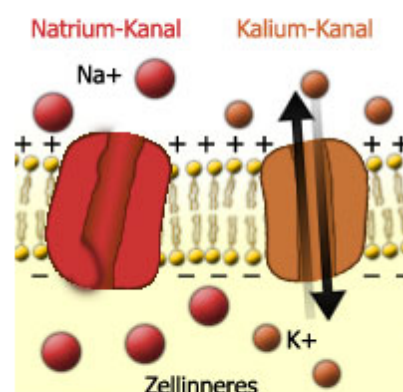
Ruhepotential



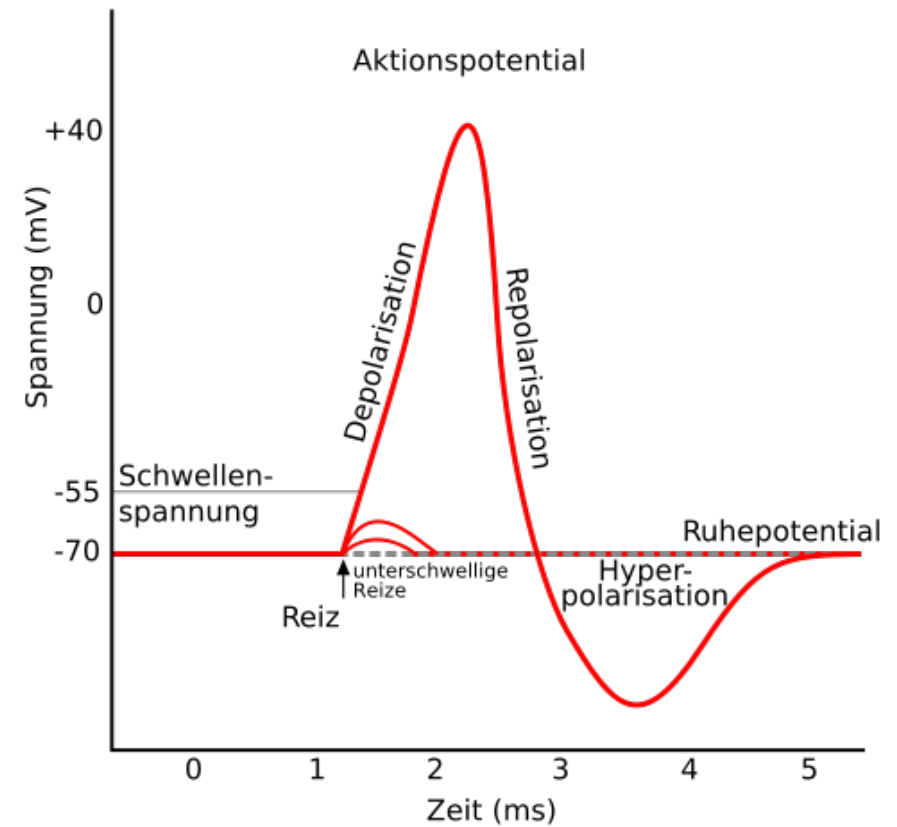
Depolarisation



Repolarisation

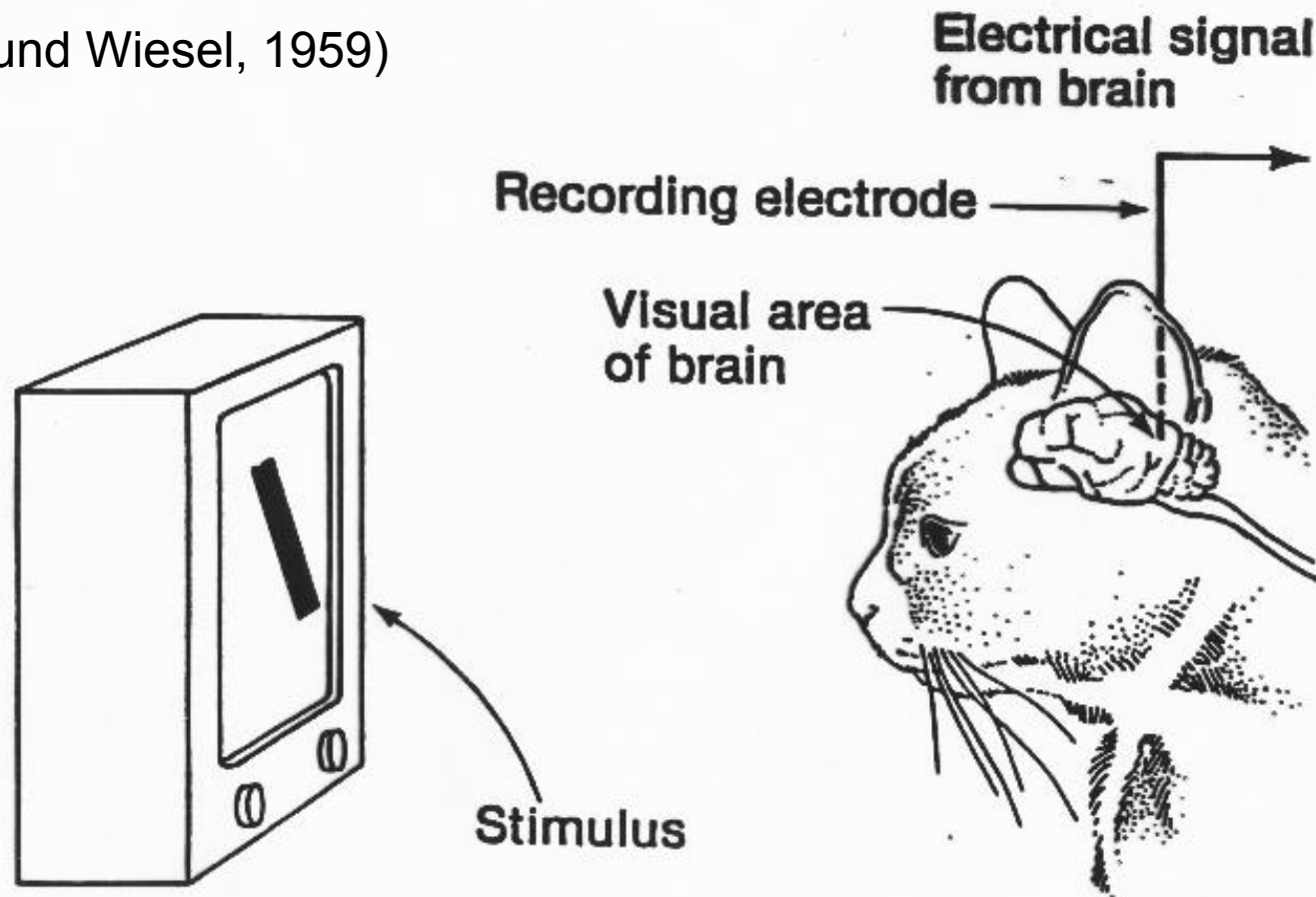


Hyperpolarisation

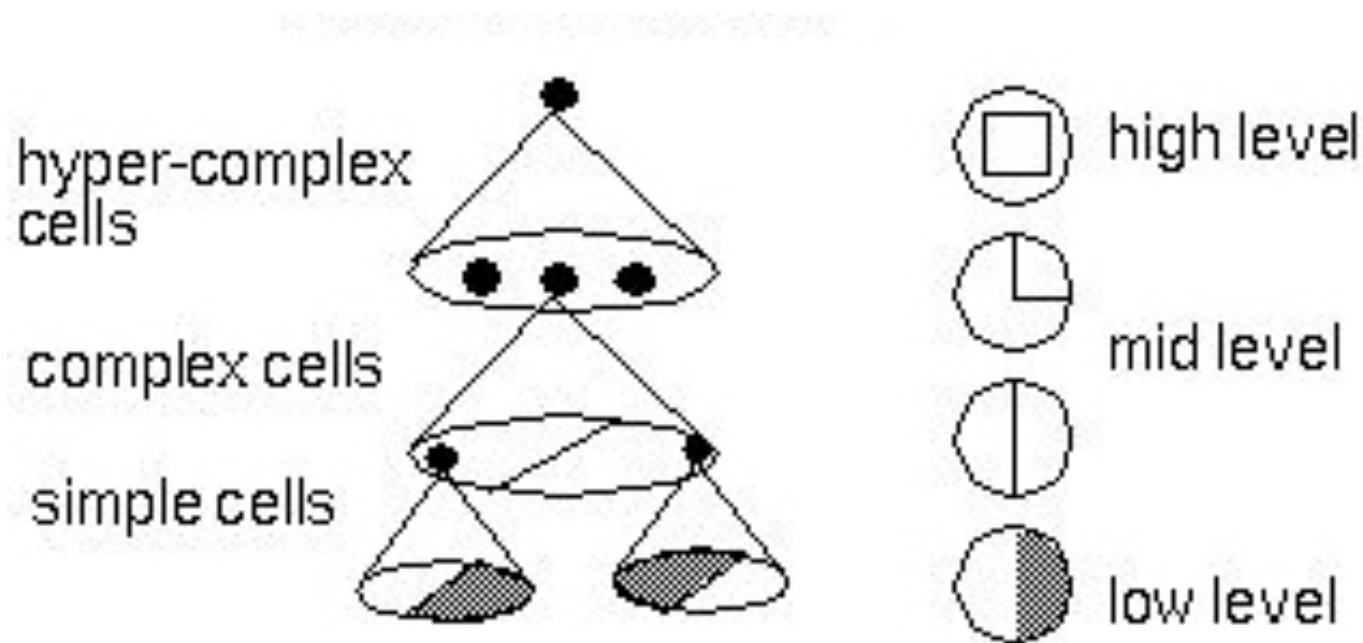


Forschungsfeld: Neuronale Kodierung von Informationen

(Hubel und Wiesel, 1959)



Die Hierarchie der visuellen Wahrnehmung (Hubel und Wiesel, 1959)



Doch was ist die höchste Ebene dieser Hierarchie?

Großmutterzelle

- Gibt es ein Neuron, das auf nur auf einen spezifisches Reiz reagiert?
- Die Großmutterzelle ist eine solche hypothetische Zelle, welche nur auf den visuellen Stimulus der eigenen Großmutter reagiert.

Drei Arten der neuronalen Repräsentation (Rolls und Deco, 2002)

- Local representation (wie Großmutterzelle)
- Fully distributed representation
- Sparse distributed representation

Neuronale Spezifität oder Verteilung?

Gesichtswahrnehmung bei Affen und Menschen:

- **Bayliss, Leonard und Rolls (1985):**
Neurone im temporalen Cortex von Affen reagieren auf unterschiedliche Gesichter (wenn auch unterschiedlich stark)
 - **Quiroga et al (2005):**
Zellableitungen an Menschen zeigen Ähnliches
→ Neurone reagieren auf verschiedene Stimuli einer Kategorie
- Studien sprechen gegen eine strikte Auslegung der Großmutterzelle!

Neuronale Spezifität oder Verteilung?

Quiroga et al (2005): Halle-Berry-Neuron?

- Ableitung im medialen Temporallappen
 - Fund von Neuronen im medialen Temporallappen, welche maximal auf Prominente wie Halle Berry reagieren
 - Keine Reaktion auf andere Schauspieler
- **Aber:** Die Existenz eines tatsächlichen „Halle Berry Neurons“ ist jedoch kaum nachzuweisen.

Neuronale Spezifität oder Verteilung?

- Diese Studien unterstützen die Annahme einer dünnen Verteilung in den höheren Ebenen der visuellen Hierarchie.
- Es ist jedoch wahrscheinlicher, dass die Codierung auf unterschiedliche Neuronen verteilt ist und nicht auf einem einzigen Neuron angelegt ist.

Bewertung der Einzelzelleableitung:

- Gute Zeitliche Auflösung (Millisekunden)
- Invasivität macht Untersuchungen am Menschen schwer
→ Übertragbarkeit des Ergebnisse?
- Einzige Methode die Untersuchung eines einzelnen Neurons zulässt
- Relevanter Gehirnbereich muss bekannt sein
- Deshalb nicht geeignet für räumliche Fragestellungen

Elektroenzephalografie (EEG)

griech. Encephalon = Gehirn, gràphein = schreiben

Methode:

- Nicht-Invasiv: Messung elektrischer Signale durch auf der Kopfhaut befestigte Elektroden
- Veränderungen elektrischer Signale werden sofort an Kopfhaut weitergeleitet
→ sehr gute zeitliche Aufl.

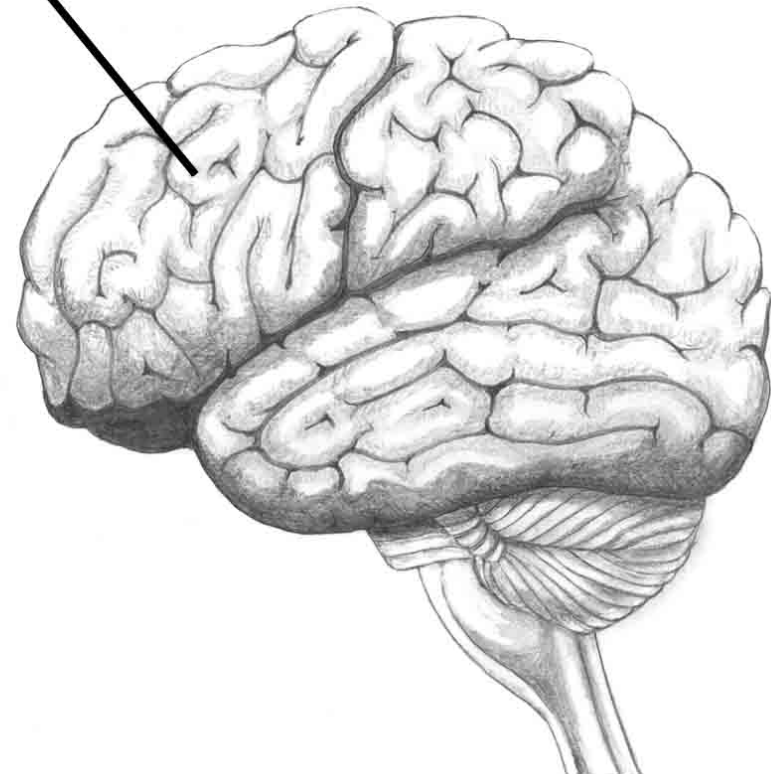


Elektroenzephalografie (EEG)

Voraussetzung für die Ableitung eines Signals:

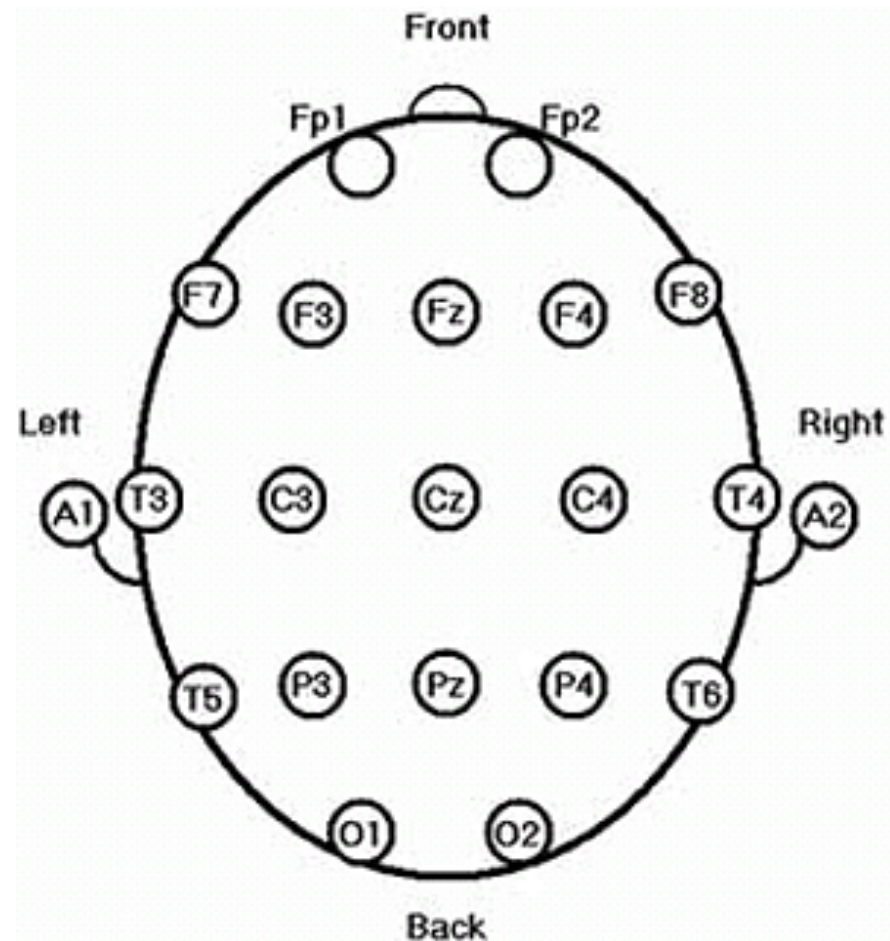
- Aktive und synchrone Feuerung einer Gruppe von Neuronen
 - Parallele Ausrichtung der Neurone, damit sich die Signale summieren und nicht aufheben
- Eine solche Anordnung auf der Großhirnrinde zu finden.

Cerebral Cortex



Elektroenzephalografie (EEG)

- **Referenzpunkt** Bsp. Nase
- **Alternativ:** Mittelung aller gemessenen Elektroden.
- Beschreibung der Elektroden durch das **10-20-System**:
 F=Frontal, P=Parietal,
 O=Occipital, T=Temporal,
 C=Central
 Gerade Zahl = RH
 Ungerade Zahl = LH



Klinische Diagnostik durch EEG

Anwendung:

- Epilepsie
- Schlafforschung
- Hirntod

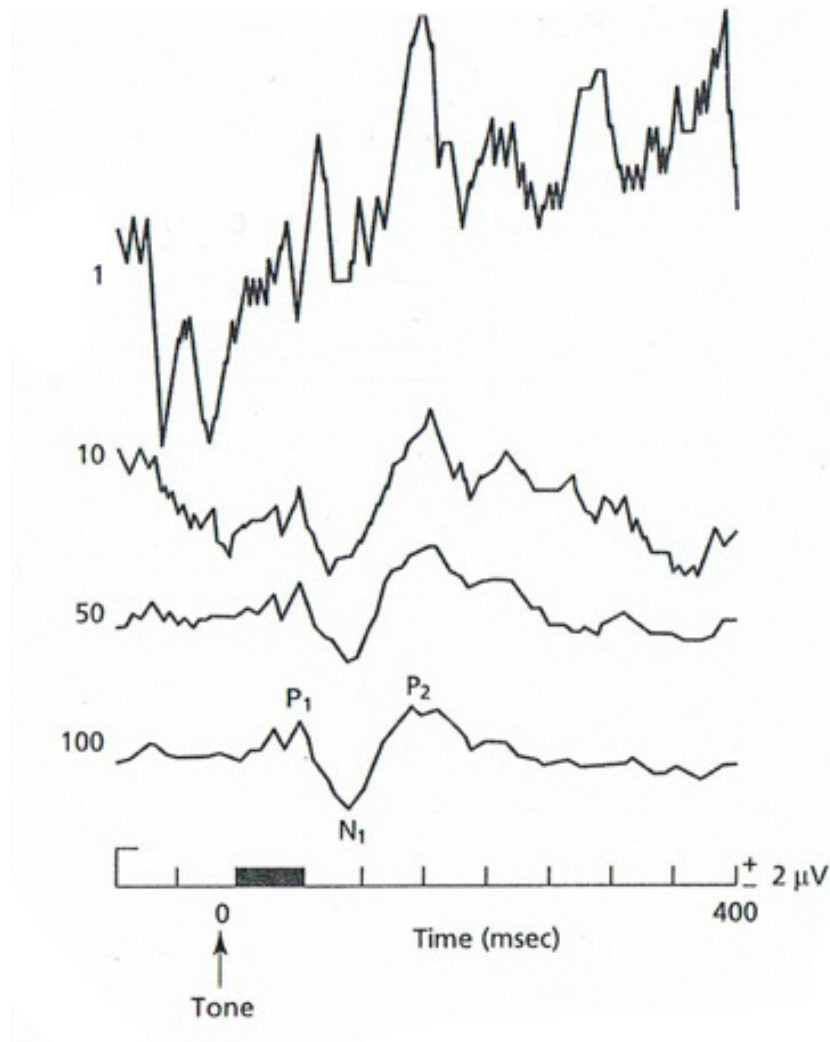
Ableitungen:

- Standard-EEG
- Langzeit-EEG
- Schlafentzugs-EEG
- Schlaf-EEG

EEG in der kogn. Neurowissenschaft - Das Ereigniskorreliertes Potential (ERP)

- **ERP:** Elektrophysiologische Veränderungen, welche durch einen bestimmten Reiz oder eine kognitive Aufgabe hervorgerufen wurden.
- **Problem:** *Signal-Rausch-Verhältnis*
→ EEG reflektiert neuronale Strömungen von allen Bereichen des Gehirns

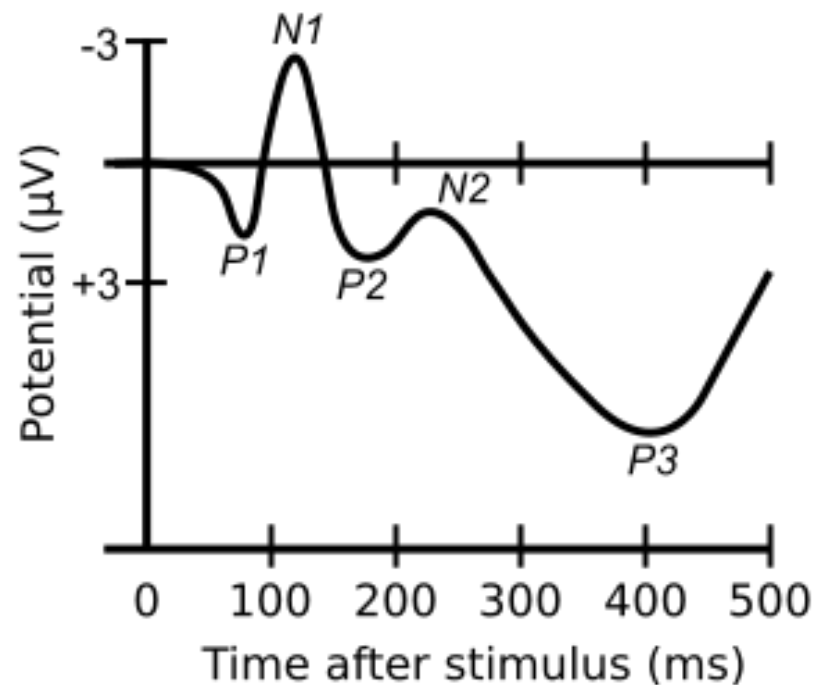
Der EEG-Graph



Lösung:

- 50-100 Präsentationen des selben Stimulus
- Mittelung der aufgezeichneten Werte

Informationsgehalt des ERPs



- **Negative und positive Spitzen**
 - Beschriftung:
P oder N (Hoch, Tief)
Zahl oder Zeitpunkt
Bsp. P3 oder P400
 - **Asymptote**
- **EEG-Komponenten**

Interpretation der ERP-Daten

Mentale Chronometrie:

Zeitliche Organisation mentaler Prozesse.

Sternberg (1996):

- VPs wird eine Reihe von Zahlen (1,2 oder 4 Ziffern) gezeigt, die sie sich merken sollen.
- Präsentation einer Testzahl.
- Antwort durch Tastendruck, ob die Zahl Teil der vorher präsentierten Reihe war.

Interpretation der ERP-Daten

Mentale Chronometrie:

Zeitliche Organisation mentaler Prozesse.

Sternberg (1996):

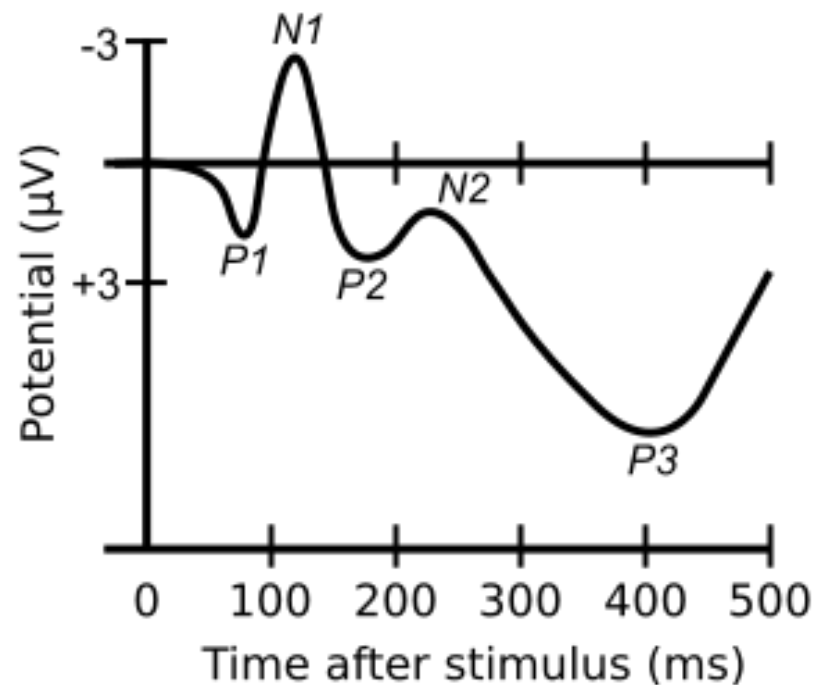
- VPs wird eine Reihe von Zahlen (1,2 oder 4 Ziffern) gezeigt, die sie sich merken sollen.
- Präsentation einer Testzahl.
- Antwort durch Tastendruck, ob die Zahl Teil der vorher präsentierten Reihe war.



Additive Factors Methode:

1. **Enkodierung** der Testzahl.
2. **Abgleich** mit Zahlen im STM.
3. **Entscheidung** über Antwort.
4. **Antwort** durch Tastendruck.

Interpretation der ERP-Daten



- Wahrscheinlich teilweise Übereinstimmungen zwischen ERP-Komponenten und kognitiven Verarbeitungsstufen
- Wie wirken sich Variablen auf die einzelnen Komponenten bzw. auf die Amplitude aus? Bsp. Schlafentzug oder Größe der Reihe
- Jedoch keine ganz genaue Zuordnung möglich

Bewertung von EEG und ERP:

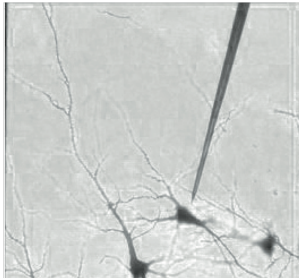
- Nicht-invasiv
- Hohe zeitliche Auflösung (Millisekunden)
- Vorteil gegenüber Reaktionszeitmessung:
 - Stetige Messung von Veränderungen, anstatt einfache Zeitmessung
 - Einfachere Zuordnung zu neuronalen Prozessen
 - Ermöglicht auch Messung unbewusster Stimuli
- Schlechte räumliche Auflösung
- Billige Technologie (im Vgl. zu MRT oder MEG)

Magnetoenzephalografie (MEG)

- Alle elektrischen Strömungen haben ein assoziiertes magnetisches Feld. Dieses ist messbar.
- Technologie erst seit einigen Jahren verfügbar: SQUID
- Bessere räumliche Auflösung als das EEG (2-3 mm), jedoch auch deutlich teurer.
- Verbraucht ca. 400 l flüssiges Helium pro Monat



Einzelzellableitung



Methode:

- Invasiv: Implantierung einer Mikroelektrode in das Axon eines Neurons (intrazellulär) oder in die Membran (extrazellulär)
- Messung produzierter Aktionspotentiale in Reaktion auf einen Reiz

Bewertung:

- Gute zeitliche Auflösung (ms)
- Einzige Methode die Untersuchung eines einzelnen Neurons möglich macht
- Relevanter Gehirnbereich muss vor Untersuchung bekannt sein
- Invasivität macht Methode eher ungeeignet für Untersuchungen am Menschen (i.d.R. Einsatz an Versuchstieren)

Elektroenzephalografie



Methode:

- Nicht-invasiv: Messung elektrischer Signale durch auf der Kopfhaut befestigte Elektroden
- Ereigniskorreliertes Potential (ERP): Elektrophysiologische Veränderung, welche durch einen bestimmten Reiz oder eine kognitive Aufgabe hervorgerufen wurden

Bewertung:

- Gute zeitliche Auflösung (ms)
- Schlechte räumliche Auflösung
- Vorteile gegenüber einfacher Reaktionszeitmessung: informationshaltiger, stetige Messung von elektrophysiologischen Veränderungen, Messung unbewusster Reize möglich, Zuordnung von EEG-Komponenten zu kognitiven Komponenten teilweise möglich

Magnetoenzephalographie



Methode:

- Nicht-invasiv: Messung der mit elektrischen Strömen assoziierten Magnetfelder
- Technologie zur Messung der Magnetfelder erst seit einigen Jahren verfügbar: SQUIDs (Superconducting Quantum Interference Device)

Bewertung:

- Gute zeitliche Auflösung (ms)
- Deutlich bessere räumliche Auflösung als beim EEG (2-3 mm)
- Teuer und nur begrenzt zugänglich: Bis zu 400 l flüssiges Helium monatlich nötig um das System zu kühlen, Messung nur in magnetisch abgeschirmter Raum möglich